

Procedimentos para elaboração de mapas de declividade e comprimento de rampa para os estados da região Sul do Brasil

Michell Douglas A. da Costa¹

Elaine Cristina Cardoso Fidalgo²

Azeneth Eufrasino Schuler²

Introdução

A declividade e o comprimento de rampa são variáveis importantes para estudos de vulnerabilidade dos solos. De acordo com Morgan (2005), a perda de solos tende a aumentar com o aumento da declividade e do comprimento de rampa das vertentes como resultado do aumento da velocidade e do volume do escoamento de água na superfície. Face a isso, a elaboração de mapas de declividade e comprimento de rampa têm grande importância para estudos da vulnerabilidade das terras, particularmente os estudos sobre vulnerabilidade das terras aos processos erosivos.

Este comunicado tem como objetivos descrever os procedimentos de criação dos mapas de declividade e comprimento de rampa para os estados da região Sul do Brasil, a partir de dados de elevação do terreno obtidos pelo radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) e disponibilizá-los. Os mapas elaborados serão empregados na elaboração de um diagnóstico do uso da terra nas regiões produtoras de trigo, visando a identificação das áreas com adequada utilização, áreas vulneráveis ao uso

agrícola intensivo e áreas com super utilização. Em uma primeira etapa, este trabalho contribui com a sistematização das informações de solo, recursos hídricos e vegetação para as diferentes regiões produtoras de trigo do Sul do Brasil e sua integração à base georreferenciada de dados. Estas ações estão inseridas no projeto "Indicadores de sustentabilidades para o trigo na região Sul do Brasil", que visa estruturar uma base de informações técnicas, econômicas, sociais e ambientais sobre a cultura do trigo na região Sul do Brasil, que possibilite elaborar, validar e aplicar um conjunto de indicadores de sustentabilidade da produção nas dimensões econômica, social e ambiental. O projeto foi desenvolvido com recursos da Embrapa.

Metodologia

Os dados de elevação do terreno utilizados foram disponibilizados pelo INPE³ e são provenientes do radar SRTM. Segundo Valeriano (2008), os dados disponibilizados são resultantes da aplicação de técnica

¹ Aluno de Graduação em Geografia PUC-Rio, mdac84@yahoo.com.br

² Pesquisador A Embrapa Solos. E-mail: efidalgo@cnps.embrapa.br, marysol@cnps.embrapa.br

³ (<http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>).

de krigagem aos dados originais em escala de 3 arco-segundos (aproximadamente 90 m) para obtenção da altimetria em grade de 1 arco-segundo (aproximadamente 30 m).

No presente trabalho, o processamento dos dados altimétricos para obtenção da declividade e comprimento de rampa foi realizado utilizando-se os programas ArcGIS10.0, da ESRI e SAGA GIS.

Inicialmente foram obtidas todas as grades com valores de altimetria que englobam a região Sul do Brasil. Em seguida, elas foram reunidas em um mosaico em formato raster por estado: Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Os dados, originalmente em coordenadas geográficas e datum WGS 84, foram projetados para Albers, datum SAD 69.

Posteriormente, utilizou-se a função Slope do módulo Spatial Analyst Tools do ArcGIS para obtenção da declividade em porcentagem para a área de cada estado, mantendo a resolução em 30 m. A função Slope calcula a taxa máxima de variação entre cada célula e seus vizinhos, ou ainda, a variação máxima da altitude que ocorre na distância dada entre aquela célula e seus oito vizinhos. Cada célula do raster de saída tem um valor de declividade.

O mapa resultante foi reclassificado utilizando os limites de classes propostos por Prado (1996), que se basearam nos sistemas de avaliação de capacidade de uso e de aptidão das terras. As classes utilizadas são: inferior a 2%, 2 a 5%, 5 a 10%, 10 a 15%, 15 a 45%, 45 a 70% e maior que 70%. Por último, foi totalizada a área de cada classe de declividade por estado.

Para obtenção do comprimento de rampa, utilizou-se programa SAGA GIS. Para tal, os dados em formato raster do mosaico da altimetria foram inicialmente transformados para arquivo em formato ASCII e importados no SAGA GIS, em seguida foi utilizada a função Slope Length do módulo Terrain Analysis para obtenção da grade de comprimento de rampa, em metros.

O comprimento de rampa é, com frequência, um dos parâmetros de cálculo mais problemáticos para emprego de modelos de estimativa de erosão (HICKEY, 2000). Essa função, embora não documentada no manual do programa SAGA, é descrita resumidamente no fórum de usuários do programa por Wichmann (2011):

" da mais elevada para a mais baixa célula no Modelo Digital de Elevação faça:

$\text{slopeCell} = \text{declividade da célula.}$

$\text{slopeNeighbor} = \text{declividade da célula vizinha de maior gradiente de declividade.}$

se ($\text{slopeNeighbor} > (\text{slopeCell} / 2)$)

$\text{length} = \text{comprimento (já acumulado) na célula} + \text{comprimento da célula vizinha mais íngreme.}$

caso contrário

$\text{length} = 0$

se ($\text{length} > \text{length (já acumulado) na célula vizinha}$)

escreva length à célula vizinha"

Neste caso, o comprimento de rampa é finalizado quando ocorre a condição de uma célula vizinha apresentar declividade menor que a metade da declividade da célula sob análise.

As grades de comprimento de rampa resultantes para os três estados foram importadas no ArcGIS e transformadas para formato raster, visando sua classificação e cálculo de área. A classificação, neste caso, foi realizada considerando a distribuição dos valores de comprimento de rampa (L), sua média (μ) e desvio padrão (σ). Sete classes foram criadas, sendo utilizados como limites os valores de comprimento de rampa que correspondem aos intervalos:

- 1) $L \leq (\mu - 2,5 \sigma)$;
- 2) $(\mu - 2,5 \sigma) < L \leq (\mu - 1,5 \sigma)$;
- 3) $(\mu - 1,5 \sigma) < L \leq (\mu - 0,5 \sigma)$;
- 4) $(\mu - 0,5 \sigma) < L \leq (\mu + 0,5 \sigma)$;
- 5) $(\mu + 0,5 \sigma) < L \leq (\mu + 1,5 \sigma)$;
- 6) $(\mu + 1,5 \sigma) < L \leq (\mu + 2,5 \sigma)$; e
- 7) $L > (\mu + 2,5 \sigma)$.

Resultados

As Figuras 1 a 6 mostram uma representação dos mapas de declividade e dos mapas de comprimento de rampa por estado: Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. As Tabelas 1 e 2 apresentam a totalização das áreas de declividade e comprimento de rampa para esses estados.

Os dados em formato raster de declividade e de comprimento de rampa por estado e os mapas elaborados estão disponíveis na mapoteca da Embrapa Solos⁴.

⁴ (<http://mapoteca.cnps.embrapa.br/>).

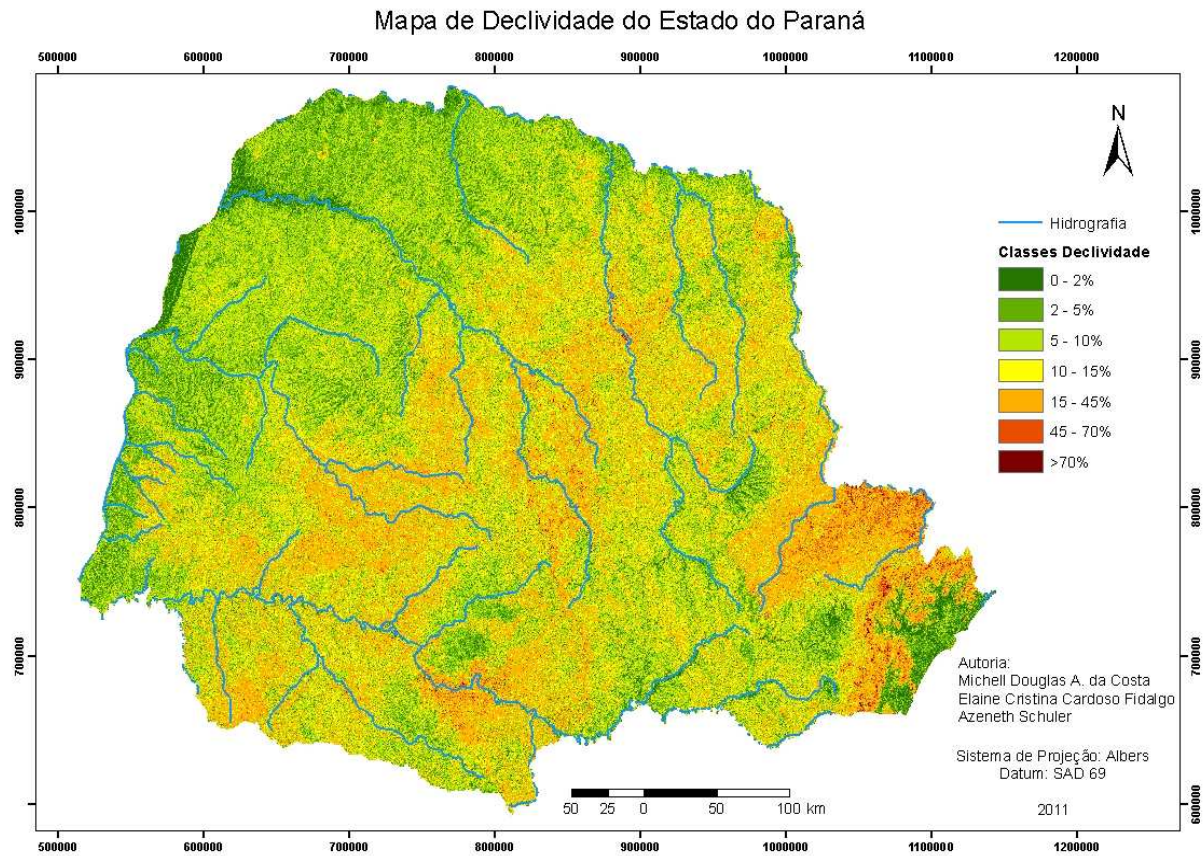


Figura 1. Distribuição da declividade no Estado do Paraná.

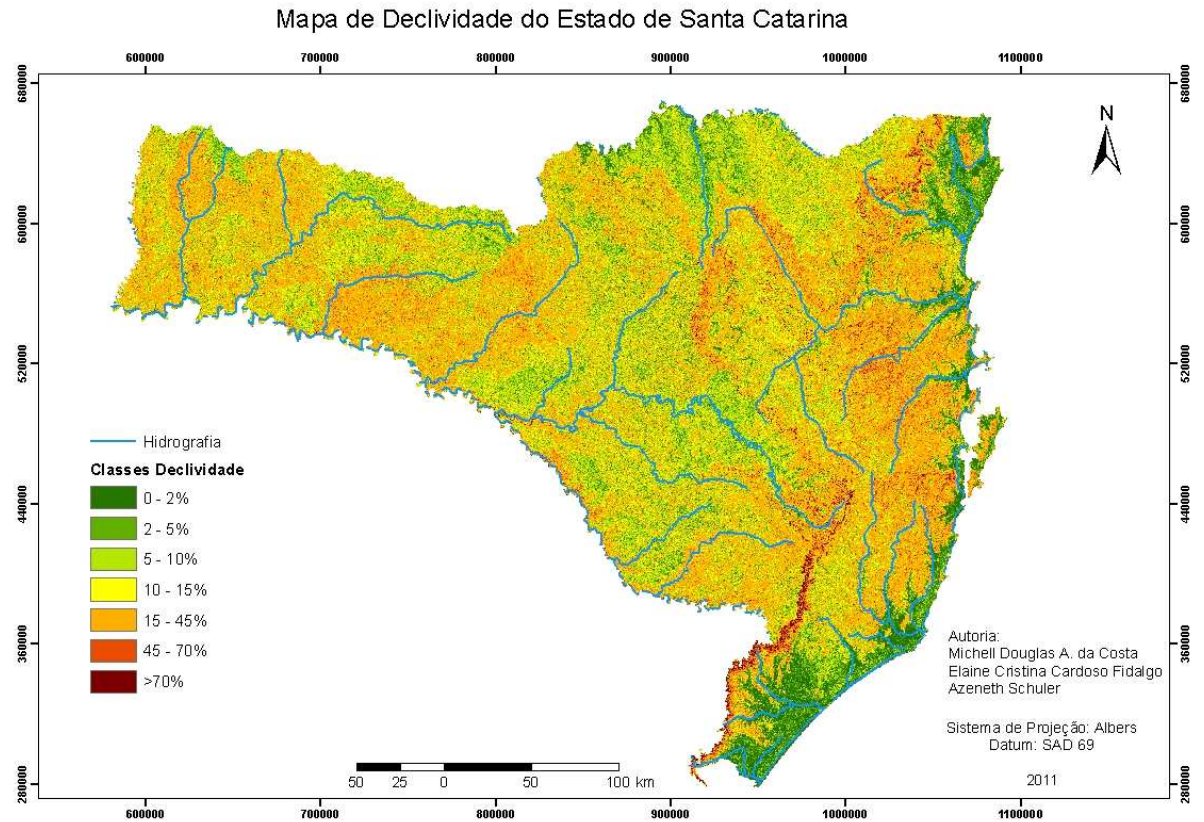


Figura 2. Distribuição da declividade no Estado de Santa Catarina.

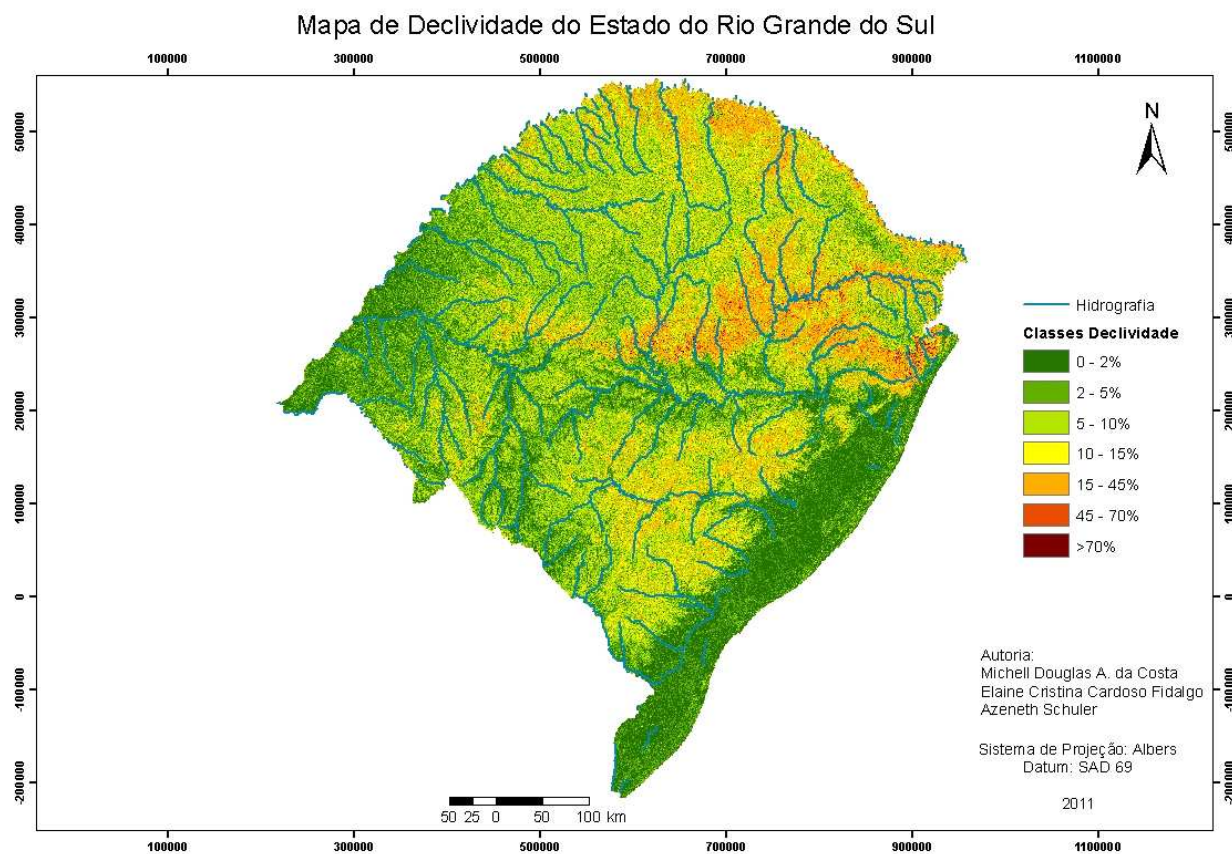


Figura 3. Distribuição da declividade no Estado do Rio Grande do Sul.

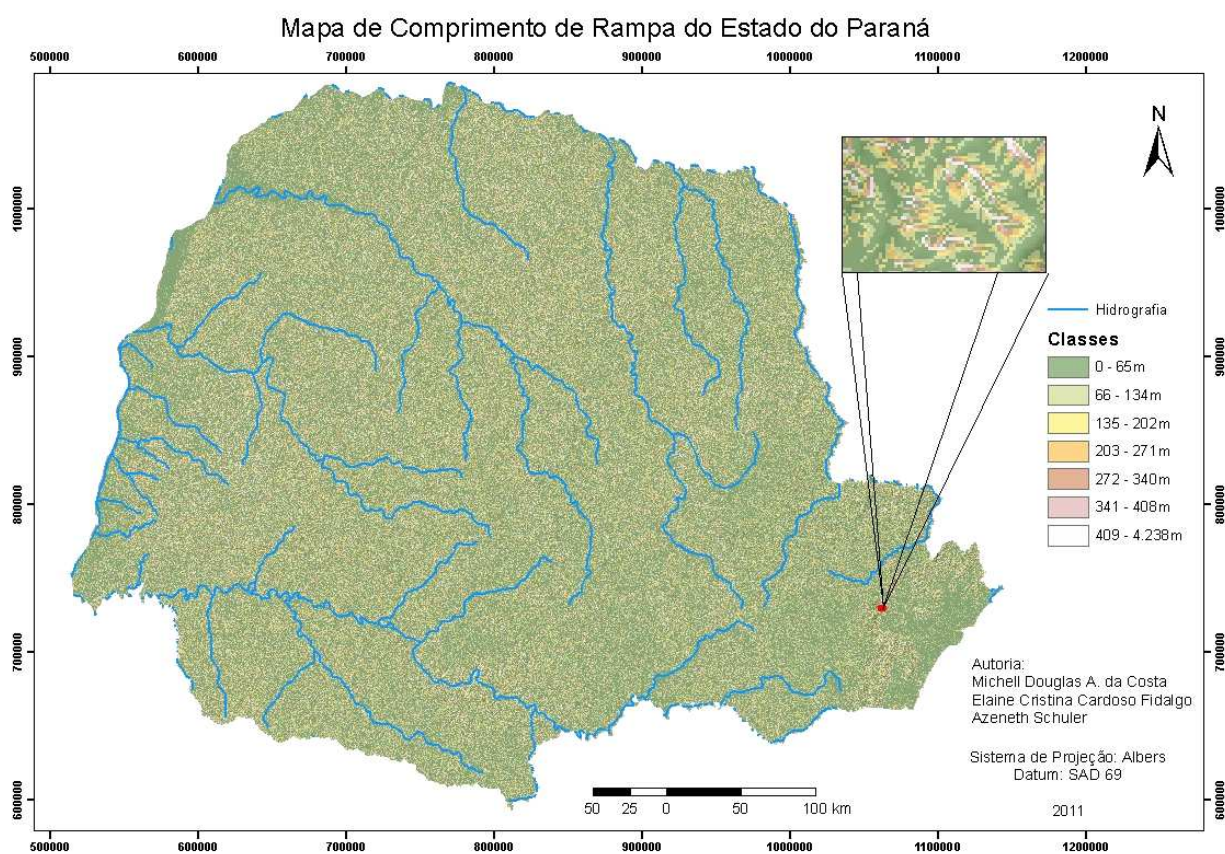


Figura 4. Distribuição dos comprimentos de rampa no Estado do Paraná, com aproximação de detalhe.

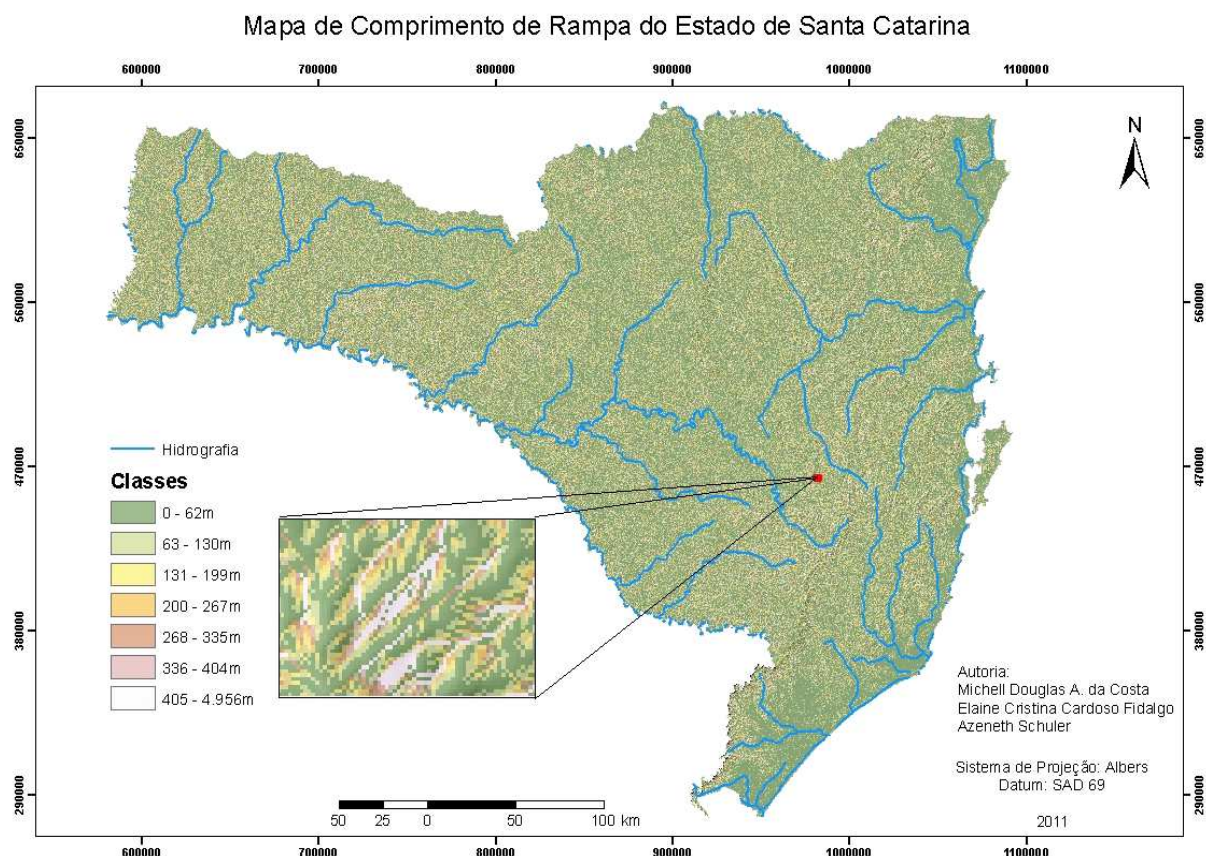


Figura 5. Distribuição dos comprimentos de rampa no Estado de Santa Catarina, com aproximação de detalhe.

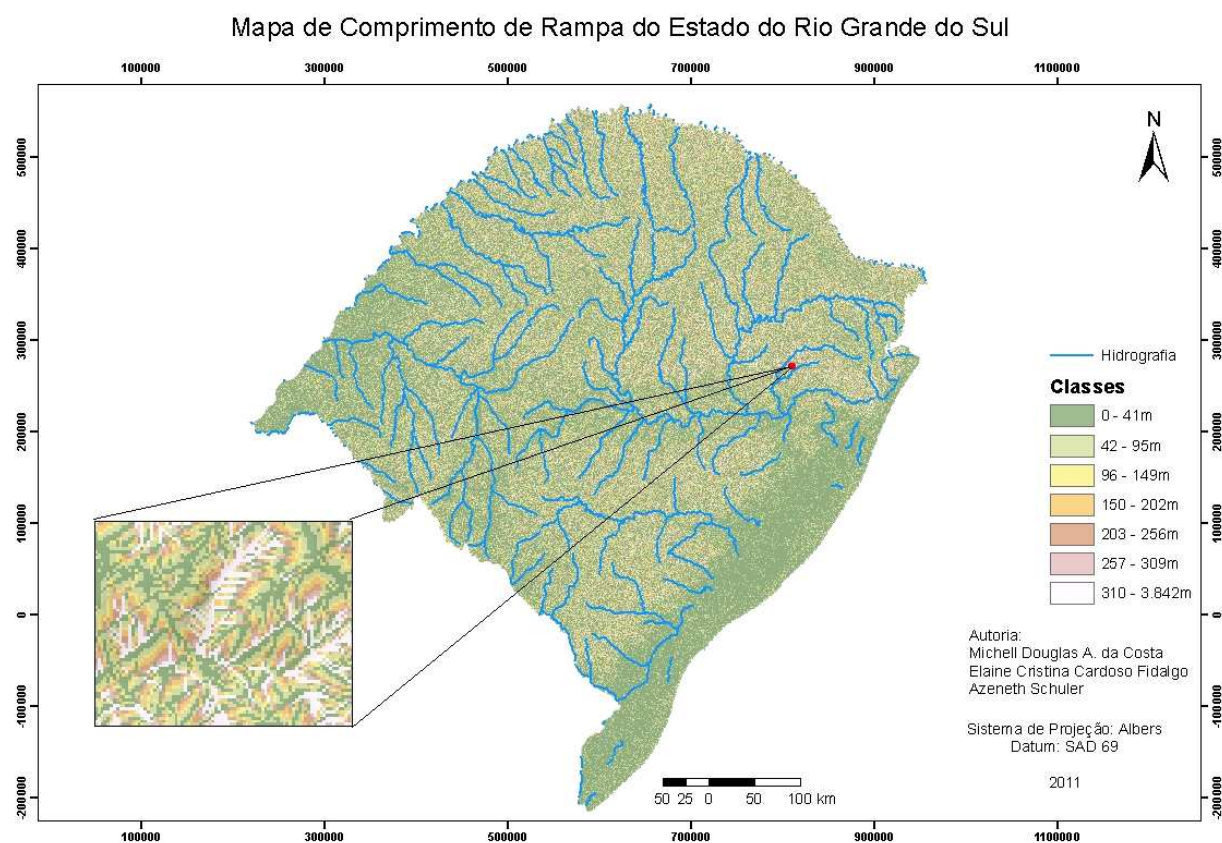


Figura 6. Distribuição dos comprimentos de rampa no ETabela 1. Totalização das áreas segundo classes de declividade nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, com aproximação de detalhe.

Tabela 1. Totalização das áreas segundo classes de declividade nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

| Classes de Declividade | Área (km ²) no Paraná | Área (km ²) em Santa Catarina | Área (km ²) no Rio Grande do Sul |
|------------------------|-----------------------------------|---|--|
| 0 a 2% | 10.831,03 | 6.380,72 | 58.390,41 |
| 2 a 5% | 37.088,28 | 11.669,84 | 73.504,19 |
| 5 a 10% | 62.457,51 | 18.350,25 | 73.637,79 |
| 10 a 15% | 35.826,95 | 15.024,22 | 33.674,64 |
| 15 a 45% | 49.925,35 | 38.711,76 | 37.997,42 |
| 45 a 70% | 2.892,42 | 4.425,32 | 3.903,98 |
| > 70 % | 306,12 | 797,38 | 659,02 |
| Total | 199.327,67 | 95.359,49 | 281.767,44 |

Tabela 2. Totalização das áreas segundo classes de comprimento de rampa no estado do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

| Classes de Comprimento de Rampa | Área (km ²) no Paraná | Área (km ²) em Santa Catarina | Área (km ²) no Rio Grande do Sul |
|---------------------------------|-----------------------------------|---|--|
| 0 a 65 m | 109.521,42 | 53.541,48 | 148.688,08 |
| 66 a 134 m | 40.198,33 | 18.215,91 | 66.043,18 |
| 135 a 202 m | 18.446,96 | 9.783,24 | 24.904,33 |
| 203 a 271 m | 11.784,15 | 5.252,71 | 16.088,10 |
| 272 a 340 m | 7.510,29 | 3.180,77 | 9.574,48 |
| 341 a 408 m | 4.066,94 | 1.964,90 | 5.726,82 |
| 408 a 4238 m | 7.799,83 | 3.420,59 | 10.743,24 |
| Total | 199.327,92 | 95.359,60 | 281.768,25 |

Os resultados obtidos a partir de grade altimétrica de 30 m de resolução mostram que o Estado de Santa Catarina apresenta maior proporção de terras com declividades elevadas, sendo 40% de suas terras pertencentes à classe de declividade entre 15% e 45%. No outro oposto, o Rio Grande do Sul apresenta a maior parte de seu território (73% do território) com classes de declividade até 10%.

No caso do comprimento de rampa, aproximadamente 50% do território desses estados apresentam suas terras na primeira classe de comprimento de rampa, que para os estados do Paraná e Santa Catarina é até 65 m e 62 m, respectivamente, e para o Rio Grande do Sul, até 41m.

Referências

MORGAN, R. P. C. **Soil erosion and conservation**. 3 ed. Malden, MA: Blackwell Publishing, 2005.

PRADO, H. **Manual de classificação de solos do Brasil**. 3 ed. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 194 p.

HICKEY, R. Slope angle and slope length solutions for GIS. **Cartography**, v. 29, n. 1, p. 1-8, 2000.

VALERIANO, M. M. **Topodata**: guia de utilização de dados geomorfométricos locais. São José dos Campos: INPE, 2008.

WICHMANN, V. **Slope length**. Disponível em: <<http://sourceforge.net/projects/saga-gis/forums/forum/790705/topic/4504649>>. Acesso em: 13 set. 2011.

Comunicado Técnico, 61

Embrapa Solos
Endereço: Rua Jardim Botânico, 1024 - Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ.
Fone: (21) 2179-4500
Fax: (21) 2274-5291
E-mail: sac@cnps.embrapa.br
<http://www.cnps.embrapa.br>

1ª edição
1ª impressão (2011): online

Comitê de publicações

Presidente: Daniel Vidal Perez
Secretária-Executiva: Jacqueline S. Rezende Mattos
Membros: Ademar Barros da Silva, Cláudia Regina Delaia, Maurício Rizzato Coelho, Elaine Cristina Cardoso Fidalgo, Joyce Maria Guimarães Monteiro, Ana Paula Dias Turetta, Fabiano de Carvalho Balieiro, Quitéria Sônia Cordeiro dos Santos.

Expediente

Supervisão editorial: Jacqueline S. Rezende Mattos
Revisão de texto: André Luiz da Silva Lopes
Revisão bibliográfica: Ricardo Archanjo de Lima
Editoração eletrônica: Jacqueline S. Rezende Mattos